

THESIS

MUNICH

1966

**Über die Faszikulation
und die Hüllen des peripheren Nervs
während des fetalen Wachstums**

Ulrike Maria Demmler

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153513_0162

AUS DEM ANATOMISCHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Direktor: Professor Dr. T. von LANZ

ÜBER DIE FASZIKULATION UND DIE HÜLLEN DES PERIPHEREN NERVS
WÄHREND DES FETALEN WACHSTUMS

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Ulrike Maria D e m m l e r geb. Seegerer
aus München

München 1966

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Professor Dr. J. LANG
Mitberichterstatter:	Professor Dr. T. von LANZ
Dekan:	Professor Dr. M. KIESE

Tag der mündlichen Prüfung: 11. 10. 1956

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

INHALT

	Seite
I. EINLEITUNG	7
II. MATERIAL UND TECHNIK	8
III. BEFUNDE	9
1. Faszikulation	9
2. Bindegewebeentwicklung im Nervus medianus	12
3. Stratum lamellare perineurii	14
IV. DISKUSSION	18
1. Faszikulation	18
2. Bindegewebeentwicklung im Nervus medianus	18
3. Stratum lamellare perineurii	19
V. ZUSAMMENFASSUNG	21
VI. ERGEBNISSE	22
VII. LITERATUR	24

I. EINLEITUNG

In der vorliegenden Arbeit soll die Faszikulation peripherer Nerven weiter untersucht werden. Nach SUNDERLAND, S. und Mitarbeiter vollzieht sich im peripheren Nerv ein ständiger Umbau der Faszikel. EHRlich (1940) beschreibt im Bereich gebogener Verlaufsstrecken des Nervus ulnaris und Nervus fibularis communis nur eine angedeutete Bündelung der Nerven durch einstrahlende Septen, keine voll ausgebildete Faszikulation. Erst distal des Sulcus nervi ulnaris soll sich z. B. der Nervus ulnaris wieder in einzelne Faszikel aufgliedern. Nach SUNDERLAND und BRADLEY, K. C. (1949, 1952) sind das Perineurium sowie die Zahl der Faszikel an den Gelenkstrecken des Nervs vermehrt. LANG, J. (1962) findet dementsprechend an den Umbiegungsstellen des Nervus tibialis um den Malleolus tibialis eine Aufgliederung des Nervs in zahlreichere Faszikel als im Bereich der Unterschenkelchaftstrecken. Auch TRIUMFOW, A. (1930) berichtet, daß die Faszikel des Nervus medianus in der Ellenbeuge und am Handgelenk zunehmen. Er vermutet, daß sich an diesen Zonen die Rami musculares schon vom Hauptnerv abgliedert haben. Der unterschiedliche Aufbau von Gelenk- und Schaftstrecken des Extremitätennervs ist schon beim 44 cm langen Feten zu erkennen (LANG 1964).

Das Ziel dieser Arbeit ist es, festzustellen, zu welchem Zeitpunkt der fetalen Entwicklung sich der Faszikelumbau nachweisen läßt. SUNDERLAND und Mitarbeiter (1949, 1952) und LANG (1961) sehen in der größeren Faszikulation des Nervs an den mechanisch stärker beanspruchten Stellen eine Schutz Einrichtung gegen Überdehnung, da mit der vermehrten Faszikulation auch das interfaszikuläre Bindegewebe zunimmt. Es soll deshalb gezeigt werden, wann diese Bindegewebsvermehrung auftritt. Vorweg sei betont, daß der Nerv des Neugeborenen mehr interfaszikuläres Bindegewebe enthält als der ältere Fetus (LANG 1964). Der Nerv des 10,5 cm langen Fetus ist stellenweise von zarten Lamellen mit intensiv färbbaren Zellkernen durchzogen (LANG 1964). Aus ihnen entwickelt sich später das Stratum lamellare perineurii. An dicken Faszikeln des Erwachsenenervs lassen sich lichtmikroskopisch bis zu 12 übereinanderliegende Lamellen erkennen. Deshalb wird auch die Vermehrung der Lamellen während des intrauterinen Lebens untersucht. Da die Zahl der Lamellen des Stratum lamellare von der Dicke des umschiedeten Faszikels abhängt (SUNDERLAND und BRADLEY, 1952; RÖHLICH, P., 1956; LANG, 1964), werden gleichartige Faszikel während des Wachstums miteinander verglichen. An jedem untersuchten Nerv bestimme ich die Faszikelzahl und die Durchmesser der Nervenfaserbündel. An Nerven verschieden langer Feten werden die mittelgroßen Faszikel herausgegriffen und deren Strata lamellaria miteinander verglichen.

II. MATERIAL UND TECHNIK

Untersucht wurde der Nervus medianus von Feten verschiedener Länge: 10,5 cm, 15,5 cm, 20 cm, 22 cm, 24 cm, 30 cm, 35 cm, 40 cm, 44 cm, 50 cm.

Histologische Querschnitte fertigte ich an vom Truncus superior, von der Anfangsstrecke des Nervus medianus in der Regio axillaris, von der Oberarmschaftsstrecke, der Ellenbogengelenkstrecke, bei älteren Feten auch von der Unterarmschaftsstrecke und Handgelenkgegend. Die Nervenstücke wurden in Paraffin eingebettet und in Querschnittserien von 8μ Dicke zerlegt. An Färbemethoden verwendete ich: Färbung nach CROSSMON (ROMEIS § 1494), Hämalan-Eosin und Alcianblau-Kernechtrot. Die Faszikeldurchmesser bestimmte ich mit dem Meßocular der Firma Zeiss. Die Bindegewebeanteile der Nerven ermittelte ich an Photogrammen (13×18), die ich durch das Punktzählverfahren auswertete. Die einzelnen Punkte des Meßblattes waren 5 mm voneinander entfernt. Von jedem Nerv erhielt ich zwischen 300 und 600 Meßpunkte.

Da die Faszikel im peripheren Nerv nicht stets die Langsrichtung einhalten und außerdem nicht rund sind, lassen sich weder die Faszikeldurchmesser, noch die Dicke der Strata lamellaria durch eine einfache Messung sicher bestimmen. Der Faszikeldurchmesser wurde deshalb aus dem Mittel der größten und kleinsten Durchmesser integriert.

Das Stratum lamellare hebt sich mit der Bindegewebefärbung nach CROSSMON vom Stratum fibrosum deutlich ab. Die einzelnen Lamellen sind an Schrägschnitten weiter voneinander entfernt als an quergetroffenen Faszikeln. Zur Bestimmung der Schichtzahl verwendete ich deshalb Schrägschnitte. Für die Dickenbestimmung des Stratum lamellare wurden mindestens 4 Meßwerte an einwandfrei quergetroffenen Faszikeln ausgewertet. Die Messung erfolgte bei tausendfacher Vergrößerung.

III. BEFUNDE

1. Faszikulation

Am 10,5 cm langen Feten läßt sich die Faszikelzahl nicht bestimmen.

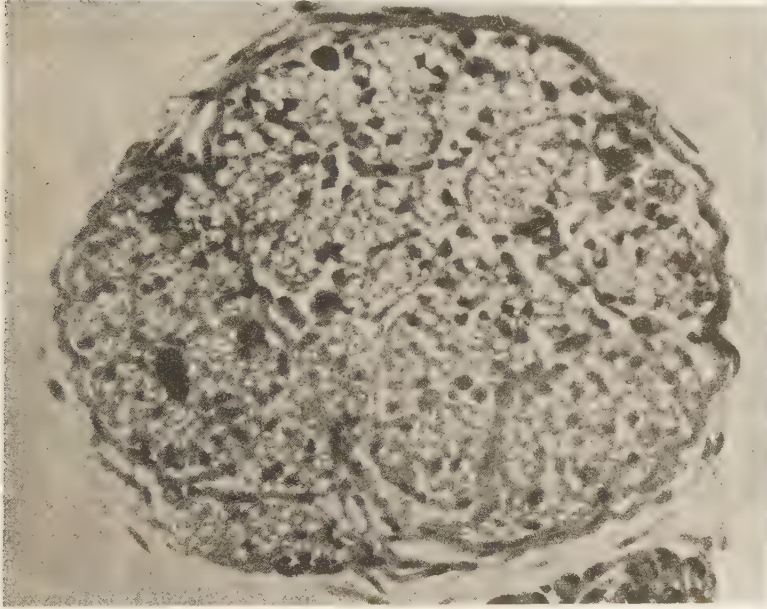


Abbildung 1: Keine Faszikulation in frühen Entwicklungsstadien.

Nervus medianus eines 10,5 cm langen männlichen Feten, Handgelenkgegend. Paraffinschnitt 7μ dick, Färbung: Crossmon, Zeiss-Photomikroskop Obj. 25, Opt. 1,25, nachvergrößert auf 500-fach.

Das Nervengewebe ist von zarten intraneuralen Lamellen durchzogen und nicht in einzelne deutlich unterscheidbare Bündel aufgegliedert. Der Nerv ist von verhältnismäßig dickem lockerem Bindegewebe umhüllt. Beim 15.5 cm langen Feten sind die Faszikel ausgebildet. Von diesem Zeitpunkt an kann die Faszikulation innerhalb eines Nervs lichtmikroskopisch untersucht werden.

In Tabelle I sind Faszikelzahl und durchschnittlicher Faszikeldurchmesser der verschiedenen Nervenabschnitte zusammengefaßt.

TABELLE I

Zahl und Durchmesser der Faszikel während des fetalen Wachstums

	15,5 cm	20 cm	22 cm	24 cm	30 cm	35 cm	40 cm	44 cm	50 cm
Faszikelzahl	21	13	26	23	15	20	10	18	10
S Faszikel- $\emptyset$ in μ	147	218	165	220	234	287	213	370	409
Faszikelzahl	25	12	22	12	11	12	10	14	27
B Faszikel- $\emptyset$ in μ	85	137	172	186	238	305	279	293	231
Faszikelzahl	11	8	17	13	14	11	3	9	17
MO Faszikel- $\emptyset$ in μ	121	193	174	176	203	303	626	366	316
Faszikelzahl	17	13	19	22	25	13	13	19	27
C Faszikel- $\emptyset$ in μ	86,4	142	152	137	153	339	235	260	237
Faszikelzahl					14	13	11	19	23
MU Faszikel- $\emptyset$ in μ					170	223	245	194	233
Faszikelzahl	21	16	28	27	33	18	21	26	26
H Faszikel- $\emptyset$ in μ	70,4	77	100	98	110	203	163	159	204

S: Fasciculus superior

Nervus medianus: B: Anfangsstrecke MO: Oberarmstrecke C: Regio cubiti MU: Unterarmstrecke

H: Handgelenk

Schon beim 15,5 cm langen Feten läßt sich innerhalb des Nervs eine regionär unterschiedliche Bündelzahl nachweisen. In der Ellenbeuge ist die Zahl der Faszikel größer als in der Oberarmschaftstrecke des Nervs. Die Faszikeldurchmesser sind kleiner als proximal und distal dieser Gelenkstrecke. In der Handgelenkgegend ist der Nerv aus vielen kleinen Faszikeln aufgebaut.



Abbildung 2: Wenige Faszikel an der Anfangsstrecke des N. medianus.
Nervus medianus eines 44 cm langen Feten, Paraffinschnitt 7μ dick.

Färbung: Crossmon, Zeiss-Photomikroskop Obj. 4, Opt. 1,6 nachvergrößert auf circa 150-fach.



Abbildung 3: Starke Faszikulation am Handgelenk.

Nervus medianus eines 35 cm langen männlichen Feten, Paraffinschnitt 7μ dick, Färbung nach Crossmon, Zeiss-Photomikroskop Obj. 4, Opt. 1,25, nachvergrößert auf circa 125-fach.

Der durchschnittliche Faszikeldurchmesser hängt von der Faszikelzahl ab und nimmt mit dem Wachstum des Nervs zu. An Serienschnitten und an Auffaserungspräparaten läßt sich die häufige Aufzweigung und Neugliederung der Faszikel beobachten.

2. Bindegewebeentwicklung im Nervus medianus

Beim 10.5 cm langen Feten besteht der Nervus medianus etwa zu 75 % aus Nervensubstanz und zu 25 % aus Bindegewebe. Regionäre Unterschiede lassen sich an Nerven dieses Entwicklungsstadiums nicht nachweisen. Während des Wachstums tritt eine Vermehrung der Bindegewebeanteile ein, jedoch an den einzelnen Nervenabschnitten in unterschiedlichem Ausmaß. Die Ergebnisse der Auswertung sind in Tabelle II zusammengefaßt.

TABELLE II

Vermehrung des interfaszikulären Bindegewebes während des fetalen Wachstums

Meßpunkte innerhalb des Endoneuriums in %

Meßpunkte innerhalb des Bindegewebes und der bindegewebigen Spalten in %

	S	B	MO	C	MU	H	15,5 cm	S	B	MO	C	MU	H
10,5 cm													
Nerv	79,6	76,6	74,4	72,8		74,3		67,8	67,9	72,6	71,6		70,6
Bindegewebe	20,4	23,4	25,6	27,2		25,7		32,2	32,1	27,4	28,4		29,4
bindegew. Spalten													
20 cm							22 cm						
Nerv	62,3	64,2	75,8	63,0		72,5		63,4	63,9	74,0	63,9		62,9
Bindegewebe	35,6	33,0	21,7	31,9		26,6		35,1	34,6	26,0	32,5		32,4
bindegew. Spalten	2,1	2,8	3,1	5,1		1,9		1,5	1,5		3,6		5,7
24 cm							30 cm						
Nerv	63,0	62,0	57,5	58,0		51,3		67,9	67,2	64,6	63,0		62,2
Bindegewebe	35,0	37,0	38,7	36,0		46,4		32,1	29,4	33,0	37,0		33,6
bindegew. Spalten	2,0	1,0	3,8	6,0		2,3			3,4	2,4			4,2
35 cm							40 cm						2,1
Nerv	67,2	68,2	66,4	64,0		63,7		64,9	68,8	78,8	67,0		61,5
Bindegewebe	32,8	30,3	30,2	33,2		33,1		32,6	31,2	20,0	29,0		31,5
bindegew. Spalten		1,5	3,4	2,8		3,2		2,5		1,2	4,0		7,0
44 cm							50 cm						5,7
Nerv	56,6	58,8	61,5	56,0		60,7		66,1	66,9	72,3	57,3		59,8
Bindegewebe	41,6	39,3	36,0	41,0		49,3		33,9	33,1	27,7	40,0		37,0
bindegew. Spalten	1,9	1,9	2,5	3,0		5,6					2,7		3,2

S: Fasciculus superior

Nervus medianus: B: Anfangsstrecke MO: Oberarmschaftstrecke C: Regio cubiti MU: Unterarmschaftstrecke
H: Handgelenk

3. Stratum lamellare perineurii

Das Stratum lamellare perineurii stellt sich nach der Färbung nach Crossmon rötlich-violett dar, das Stratum fibrosum grün. Bei tausendfacher Vergrößerung lassen sich die Lamellen erkennen. Es wird versucht, die Lamellenzahl zu ermitteln. Dies gelingt nicht an allen Präparaten, da die Einzellamellen oft zu dicht aneinander liegen. Deshalb wird außerdem die Schichtdicke der Strata lamellaria an Querschnitten gemessen. Beim 15,5 cm langen Feten ist das Stratum lamellare bereits nachweisbar.

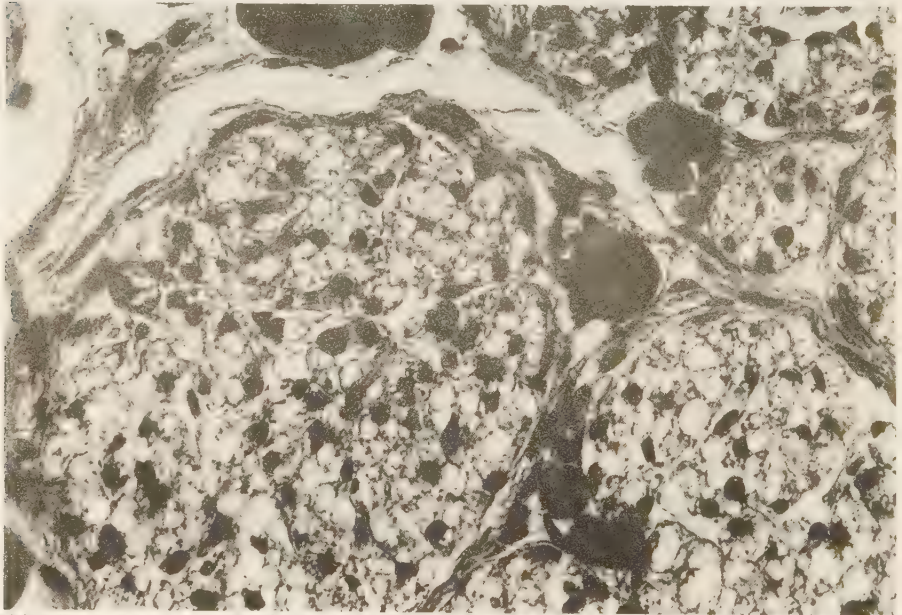


Abbildung 4: Zweischichtige Stratum lamellare perineurii in frühen Entwicklungsstadien Anfangsstrecke des Nervus medianus eines 15,5 cm langen männlichen Feten, Paraffinschnitt 7μ dick, Färbung nach Crossmon, Zeiss-Photomikroskop Obj. 40, Opt. 1,25, nachvergrößert auf circa 800-fach.

Die Lamellen sind noch zart und blaß, aber enthalten viele intensiv anfärbbare Zellkerne. Die Ergebnisse sind aus Tabelle III und IV zu ersehen.

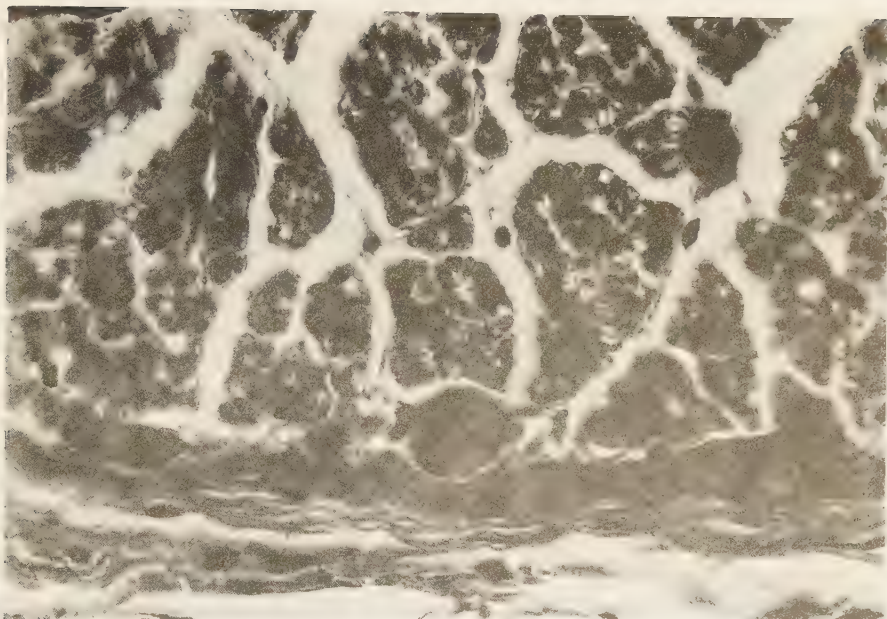


Abbildung 5: Vielschichtiges Stratum lamellare vor der Geburt.

Anfangsstrecke des Nervus medianus eines 44 cm langen männlichen Feten,
Paraffinschnitt 7μ dick Färbung nach Crossmon. Zeiss-Photomikroskop Obj. 40
Opt. 1,25, nachvergrößert auf circa 800-fach.

TABELLE III

Schichtdicke der Strata lamellaria perineurii etwa gleichdicker Faszikel

	S	B	MO	C	MU	H
50 cm						
Faszikel- $\emptyset$ in	340	280	295	295	280	300
Dicke d. Str. lamellaria	5,7	4,1	5,1	4,3	4,8	4,7
Lamellenzahl	7	6	6	6	6	6
44 cm						
Faszikel- $\emptyset$ in	255	260	250	260	265	260
Dicke d. Str. lamellaria	4,0	3,6	3,9	3,7	3,6	2,6
Lamellenzahl	5	4	4	4	4	3-4
40 cm						
Faszikel- $\emptyset$ in	310	270		285	270	285
Dicke d. Str. lamellaria	5,3	5,0		3,7	4,3	4,0
Lamellenzahl	4-5	5		4-5	4	4-5
35 cm						
Faszikel- $\emptyset$ in	260	305	255	230	265	260
Dicke d. Str. lamellaria	3,9	2,8	3,1	3,4	2,8	2,8
Lamellenzahl	3	3	3	3	3	2
30 cm						
Faszikel- $\emptyset$ in	260	255	260	265	255	255
Dicke d. Str. lamellaria	3,4	3,2	3,1	2,6	2,8	2,2
Lamellenzahl	3	3	3	3	3	3
24 cm						
Faszikel- $\emptyset$ in	140	150	155	145		140
Dicke d. Str. lamellaria	2,2	2,6	2,2	1,7		1,5
Lamellenzahl	3	3	3	3		2
22 cm						
Faszikel- $\emptyset$ in	180	170	170	170		175
Dicke d. Str. lamellaria	2,1	1,9	1,7	2,0		1,2
Lamellenzahl	3	2	2	3		2
22 cm						
Faszikel- $\emptyset$ in	160	135	155	150		155
Dicke d. Str. lamellaria	1,0	1,0	0,9	1,2		1,0
Lamellenzahl	2	2	2	2		2

S.: Fasciculus superior

Nervus medianus; B: Anfangsstrecke

MU: Unterarmschaftstrecke

MO: Oberarmschaftstrecke H: Handgelenk

C: Regio cubiti

TABELLE IV

Schichtdicke der Strata lamellaria perineurii durchschnittlich dicker Faszikel

50 cm	S	B	MO	C	MU	H
Faszikel- $\emptyset$ in μ	390	225	340	235	235	210
Dicke d. Str. lamellaria	4,7	4,0	4,5	3,7	3,8	3,8
Lamellenzahl	8	6	6	5-6	6-7	6-7
44 cm						
Faszikel- $\emptyset$ in μ	360	290	360	260	190	160
Dicke d. Str. lamellaria	6,2	4,3	5,0	3,7	2,8	2,6
Lamellenzahl	5	4	4	4	3	3
35 cm						
Faszikel- $\emptyset$ in μ	290	305	310	230	220	170
Dicke d. Str. lamellaria	4,3	2,8	3,4	3,4	2,6	2,8
Lamellenzahl	3	3	4	3	3	2
30 cm						
Faszikel- $\emptyset$ in μ	245	240	200	150	175	155
Dicke d. Str. lamellaria	3,6	3,1	2,8	2,4	2,8	2,0
Lamellenzahl	3	3	3	2	2	2
24 cm						
Faszikel- $\emptyset$ in μ	220	190	155	145		100
Dicke d. Str. lamellaria	3,2	3,1	2,2	1,7		1,2
Lamellenzahl	3	3	3	3		2
22 cm						
Faszikel- $\emptyset$ in μ	160	170	170	155		100
Dicke d. Str. lamellaria	2,1	1,8	1,7	1,2		1,1
Lamellenzahl	3	2-3	2	2		1-2
20 cm						
Faszikel- $\emptyset$ in μ	220	135	205	150		115
Dicke d. Str. lamellaria	1,5	1,0	0,7	1,2		0,9
Lamellenzahl	2	2	2	2		2
15 cm						
Faszikel- $\emptyset$ in μ	145	85	120	95		
Dicke d. Str. lamellaria	1,2	1,0	0,9	0,9		
Lamellenzahl	1	2	2	1-2		

S: Fasciculus superior

Nervus medianus: B: Anfangsstrecke

MU: Unterarmschaftsstrecke

MO: Oberarmschaftsstrecke H: Handgelenk

C: Regio cubiti

IV. DISKUSSION

1. Faszikulation

TRIUMFOW (1930), SUNDERLAND und Mitarbeiter (1948, 1949) und LANG (1961, 1962, 1964) haben die Faszikulation peripherer Nerven untersucht. LANG weist am Nervus tibialis das Dickenwachstum der Faszikel während der fetalen Entwicklung und den am fetalen Nerv stattfindenden ständigen Faszikelumbau nach. TRIUMFOW schreibt von einer "auffallenden Veränderlichkeit der Querschnittserienbilder" und zeigt die großen Unterschiede der Faszikelfzahl am Nervus medianus des Erwachsenen. Trotzdem findet er, ebenso wie SUNDERLAND und Mitarbeiter, folgende allgemeine Bauprinzipien: Vermehrung der Faszikel in der Fossa cubiti und am Handgelenk gegenüber den Oberarm- bzw. Unterarmschaftstrecken. Wenn die Faszikel mit ihren Verzweigungen das individuelle Merkmal des Nerven sind (LANG 1964), so müßte schon frühzeitig die unterschiedliche Bündelzahl innerhalb der Verlaufstrecken eines Nerven nachzuweisen sein. Das Dickenwachstum erfolgt an Feten der bearbeiteten Altersreihe vorwiegend durch Verdickung der Markscheiden und Achsenzyylinder (TOMASCH, J. und SCHWARZACHER, H. J. 1952, LANG 1964). In der vorliegenden Untersuchung läßt sich einwandfrei aufzeigen (Tabelle I), daß die Faszikelfzahl innerhalb gleicher Nervenstrecken beim 15,5 cm langen Feten typische regionale Unterschiede zeigt.

2. Bindegewebeentwicklung im Nervus medianus

Die interfaszikuläre Bindegewebevermehrung während der fetalen Entwicklung ist von LANG (1964) genauer untersucht worden. SUNDERLAND und BRADLEY (1952) berichten von einer relativ größeren Perineuriumdicke (Stratum fibrosum) der Faszikel des Nervus medianus im Handgelenkbereich, während sie in der Ellenbeuge im wesentlichen ebenso dick sein soll wie an anderen Nervenstrecken. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen stimmen mit den Befunden SUNDERLANDS und BRADLEYS überein. Die Bindegewebevermehrung des Nerven in der Handgelenkgegend läßt sich schon beim 40 cm langen Feten auffinden. Das Verhältnis Nervengewebe zu Bindegewebeanteilen beträgt hier etwa 1 : 1, während innerhalb der übrigen Nervenstrecken die Endoneuriumanteile überwiegen. Eine geringfügigere Zunahme des Bindegewebes in der Ellenbeuge gegenüber der Ober- und Unterarmschaftstrecke zeigt sich erstmals beim 44 cm langen Feten. Zweifellos ist der Nervus medianus im Handgelenkbereich stärkeren Dehnungen unterworfen als in der Ellenbeuge.

Nach TRIUMFOW ist die Faszikelvermehrung des Nervs durch die neugebildeten, aber noch nicht ausgescherten Rami musculares bedingt. Es wurden deshalb mit einer Feinpräparationstechnik (LANG 1958-65) die Rami musculares des Nervus medianus der Hand dargestellt. Es zeigte sich, daß die proximalsten Rami musculares beim 44 cm langen Feten etwa 1 cm, beim 50 cm langen etwa 1,5 cm distal des Ligamentum carpi transversum vom Nerv abzweigen. Die histologisch untersuchten Nervenabschnitte wurden unmittelbar proximal des Canalis carpi entnommen. Die starke Faszikulation kann deshalb nicht nur durch die abzweigenden Rami musculares bedingt sein. Betont sei jedoch, daß sich peripher abzweigende Faszikel schon proximal von der Abzweigungsstelle vom Nervenstamm abgliedern. Es ließen sich sogar typisch geformte und manchmal fetthaltige Verschiebelamellen zwischen den Aufzweigungsstellen nachweisen (LANG 1961). Mit diesen Umbauten ist jedoch nicht zwangsläufig eine Faszikelverdünnung und Bindegewebevermehrung vergesellschaftet. Deshalb deute ich die Umbauten des Nervus medianus am Handgelenk in erster Linie als Schutzeinrichtung gegen Überdehnung.

3. Stratum lamellare perineurii

Mit der Struktur und Bedeutung des Stratum lamellare perineurii haben sich zahlreiche Morphologen und Physiologen beschäftigt. LEHMANN, H. J. (1957) bezeichnet diese Schicht als Neurothel, RÖHLICH, P. und WEISS, M. (1955) als Perilemma. Sie soll als Diffusionsbarriere wirken. RÖHLICH und WEISS und LEHMANN fanden das Stratum lamellare perineurii am Nervus ischiadicus der Ratte 1 - 2 μ dick. Es besteht aus 2 Doppelschichten platter endothelähnlicher Zellen, die einem homogenen Grundhäutchen aufliegen (RÖHLICH und WEISS 1955, 1956; LEHMANN 1957).

Beim 20 cm langen menschlichen Feten ist das Stratum lamellare am Fasciculus superior 1 μ dick. In ihm ließen sich 2 Lamellen einwandfrei nachweisen. Im Fasciculus superior des Neugeborenen enthält das Stratum lamellare 7 - 8 Lamellen und ist 5 μ dick.

Mit dem fetalen Dickenwachstum der Faszikel ist auch eine Verdickung der Strata lamellaria verknüpft. Vergleicht man einen Faszikel derselben Größe vom 20 cm langen Feten mit einem vom 44 cm langen (Tabelle III und IV), so ist das ihn umgebende Stratum lamellare beim 44 cm langen Feten ungefähr doppelt so dick wie beim 20 cm langen Feten.

In Tabelle III sind etwa gleichdicke Faszikel proximaler und distaler Nervenstrecken zusammengefaßt. Lamellenzahl und Dicke der Strata lamellaria wurden ermittelt. Signifikante Unterschiede im Aufbau des Hüllsystems zwischen proximalen und distalen Nervenabschnitten konnten lichtmikroskopisch nicht nachgewiesen werden.

Mit den angewendeten Methoden läßt sich demnach eine Entwicklung der Nervenhiillen in proximo-distaler Richtung nicht bestätigen.

Gleichdicke Faszikel von Nerven unterschiedlicher Entwicklungsstadien sind jedoch nicht für jede Fragestellung vergleichbar. Deshalb werden außerdem für jeden Nerv die Mittelwerte seiner Faszikeldurchmesser an verschiedenen Nervenstrecken errechnet (Tabelle IV). Einen Faszikel dieser Dicke greife ich als "durchschnittlichen" Faszikel heraus. Seine Perineuriumdicke habe ich gemessen und mit "durchschnittlichen" Faszikeln verschieden alter Feten verglichen.

Am Beginn des Nervus medianus eines 20 cm langen Feten beträgt der mittlere Durchmesser von 12 Faszikeln 135μ , das Stratum lamellare ist am "durchschnittlichen" Faszikel 1μ dick. Beim 44 cm langen Feten ist der mittlere Durchmesser von 14 Faszikeln am selben Nervenabschnitt 290μ . Die Perineuriumdicke des "durchschnittlichen" Faszikels beträgt etwa 4μ .

Am Handgelenk ist die Faszikelzahl des Nervus medianus größer, die Faszikeldicke geringer als an den proximalen Nervenstrecken. Die Zahl der Schichten des Stratum lamellare perineurii hängt beim Nerv des Erwachsenen von der Faszikeldicke ab (SUNDERLAND und BRADLEY 1952).

Auch an Nerven älterer Feten sind die Strata lamellaria der Faszikel am Handgelenk dünner als am Beginn des Nervus medianus. Dieser Unterschied ist bei Feten von 15 bis 20 cm Länge noch nicht deutlich. Ihre Strata lamellaria bestehen in jedem Abschnitt aus etwa 1 - 2 Lamellen. Die Zahl der Lamellen nimmt im Gegensatz zur Dicke des Stratum fibrosum an den Gelenkstrecken nicht zu. Die Untersuchungen zeigen, daß die Strata lamellaria des Nervus medianus beim 50 cm langen Feten um das 3 - 4-fache dicker geworden sind als beim 20 cm langen Feten. Der Faszikeldurchmesser verdoppelt sich in diesem Zeitraum nicht ganz. Diese Maße schwanken allerdings.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Am Nervus medianus von 10 menschlichen Feten wurden die Faszikulation und die Entwicklung des Stratum lamellare und des Stratum fibrosum perineurii lichtmikroskopisch untersucht. Schon in frühen Fetalstadien ist der Nerv typisch faszikuliert. Beim 8 bis 9 Monate alten Feten hat sich das interfaszikuläre Bindegewebe und das Stratum fibrosum perineurii an den Gelenkstrecken des Nerven verdickt. Die durchschnittlich dicken Faszikel wurden bestimmt und ihre Hüllsysteme während des Wachstums miteinander verglichen.

Im Nervus medianus des 20 cm langen Feten sind die "durchschnittlichen" Faszikel an allen Nervenabschnitten von 2 Lamellen umgeben. Die Schichtdicke des Stratum lamellare beträgt um 1μ . Den "durchschnittlichen" Faszikel des Neugeborennervs umhüllt eine 3 - 4 mal so dicke Lamellenschicht, während sein Durchmesser sich meist nicht ganz verdoppelt hat. Es lassen sich bis zu 8 Lamellen nachweisen. Wie beim Erwachsenennerv hängt die Lamellenzahl und Schichtdicke vom Faszikeldurchmesser ab.

VI. ERGEBNISSE

1. Eine Vermehrung der Faszikelzahl an den Gelenkstrecken des Nervus medianus ist bereits beim 15,5 cm langen Feten nachzuweisen.
2. In frühen Entwicklungsstadien gibt es keine regionären Unterschiede des Nervenbindegewebes. Erst beim 40 cm langen Feten hat an mechanisch beanspruchten Stellen eine vermehrte Bindegewebeentwicklung stattgefunden.
3. Die Zahl der Lamellen und damit die Dicke des Stratum lamellare perineurii nimmt während der fetalen Entwicklung innerhalb des gesamten Nervs zu.
4. Die regionären Unterschiede der Nervenhiillen betreffen vorwiegend das interfaszikuläre Bindegewebe und das Stratum fibrosum, nicht das Stratum lamellare perineurii.

Herrn Professor Dr. J. Lang, meinem verehrten Doktorvater, erlaube ich mir, meinen Dank auszusprechen für die Anregungen und die Hilfe bei der Durchführung meiner Arbeit.

Auch dem Korreferenten meiner Arbeit, Herrn Professor Dr. T. von Lanz, gestatte ich mir, gebührend zu danken.

VII. LITERATUR

- CLARA, M.: Das Nervensystem des Menschen.
3. Auflage, Leipzig, Johann Ambrosius Barth 1959
- LANG, J.: Über das Bindegewebe und die Gefäße der Nerven. Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte 123, 61-79 (1962)
- Über die Gefäße, die Faszikel und das Bindegewebe der Nerven während des Wachstums. Zeit. für Zellforschung 63, 226-246 (1964)
- Über die Biomorphose der Nerven Gefäße und ihre klin. Bedeutung. Zeit. für Zellforschung 62, 102-112 (1964)
- LEHMANN, H. J.: Über Struktur und Funktion der perineuralen Diffusionsbarriere. Zeit. für Zellforschung 46, 223-241 (1957)
- Die Nervenfasern. Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen, v. Möllendorff W. und Bargmann W., Bd IV/4 1959
- EHRlich, W.: Über die Bündelung peripherer Nerven des Menschen in geraden und gebogenen Verlaufsstrecken. Anat. Anz. 89, 25-34 (1940)
- RÖHLICH, P.: Polarisationsoptische Untersuchungen an der Diffusionsbarriere der peripheren Nerven. Z. mikr.-anat. Forsch. 62, 114-124 (1956)
- RÖHLICH, P. und WEISS, M.: Significance of the Interstice of the peripheral Nerve. Acta morph. 4, 309-318 (1954)
- Studies on the Histology and Permeability of the peripheral nervous Barrier. Acta morphol. Hung. 5, 335-347 (1955)

ROMEIS, B.:

Mikroskopische Technik. 15. Auflage,
München 1948, Leibniz Verlag.

SUNDERLAND, S und

BRADLEY, K. C.:

The Perineurium of the peripheral Nerves.
Anat. Record 113, 125-142 (1952)

The cross-sectional Area of peripheral
Nervetrunks devoted to Nervefibres.
Brain 72, 428-449 (1949)

TRIUMFOW, A.:

Über den inneren Bau des Nervus media-
nus. Z. Neur. 126, 520-535 (1930)

TOMASCH, J. und

SCHWARZACHER, H. J.:

Die innere Struktur peripherer menschlicher
Nerven im Lichte faseranalytischer Unter-
suchung.
Acta anat. (Basel) 16, 315-345 (1952)

LEBENS LAUF

Am 28.8.1941 wurde ich in München als erstes Kind des damaligen Hauptlehrers Dr. phil. Karl Seegerer und seiner Frau Maria Seegerer geboren.

1947 bis 1951 besuchte ich die Maria-Ward-Volksschule in München-Nymphenburg. Dann trat ich in das Maria-Ward-Realgymnasium ein. Dort erwarb ich am 13. Juli 1960 das Zeugnis der Reife.

Im Wintersemester 1960/61 begann ich an der Universität München mit dem Studium der Medizin. Im Sommersemester 1961 legte ich die naturwissenschaftliche Vorprüfung, nach dem Wintersemester 1963 die ärztliche Vorprüfung ab. Die 6 klinischen Semester studierte ich ebenfalls an der Universität München. Am 3.10. 1966 beendete ich das Medizinische Staatsexamen.

Die mündliche Prüfung der Promotion fand am 11. Oktober 1966 statt.

